

(19)日本国特許庁 (J P)

(12) 特 許 公 報 (B 2)

(11)特許番号

第2856960号

(45)発行日 平成11年(1999) 2月10日

(24)登録日 平成10年(1998)11月27日

(51)Int.Cl. ⁴	識別記号	F I	
B 2 2 D 11/10	3 5 0	B 2 2 D 11/10	3 5 0 B
			3 5 0 U
	3 3 0		3 3 0 B
11/04	3 1 1	11/04	3 1 1 J
27/02		27/02	W
			請求項の数 2 (全 8 頁)

(21)出願番号 特願平3-257639

(22)出願日 平成3年(1991)10月4日

(65)公開番号 特開平5-96351

(43)公開日 平成5年(1993)4月20日

審査請求日 平成8年(1996)11月27日

(73)特許権者 000001258

川崎製鉄株式会社

兵庫県神戸市中央区北本町通1丁目1番
28号

(72)発明者 奈良 正功

千葉県千葉市川崎町1番地 川崎製鉄株
式会社 技術研究本部内

(72)発明者 別所 永康

千葉県千葉市川崎町1番地 川崎製鉄株
式会社 技術研究本部内

(72)発明者 藤井 徹也

千葉県千葉市川崎町1番地 川崎製鉄株
式会社 技術研究本部内

(74)代理人 弁理士 小林 英一

審査官 金 公彦

最終頁に続く

(54)【発明の名称】 進行磁場と静磁場による鋼スラブの連続铸造方法

1

(57)【特許請求の範囲】

【請求項1】 タンディッシュから溶鋼を、各一对の铸型短辺壁と铸型長辺壁との組み合わせからなる連続铸造铸型内に上記タンディッシュとつながるノズル本体の先端を解放したストレート浸漬ノズルを通して供給しつつ鋼スラブを連続铸造するにあたり、上記铸型長辺壁の背面幅中央域に進行磁場発生器を配置すると共に、上記進行磁場発生器の上方に当たる湯面の位置および下方位置に铸型長辺壁の全幅に静磁場発生器を配置し、上記ストレート浸漬ノズルの吐出口近傍に上記進行磁場発生器の磁極領域に位置させた状態で上記ストレート浸漬ノズルからの吐出溶鋼流に铸型長辺壁と直交し、上方に向かい移動する進行磁場を作用して制動を加え、かつその進行磁場の上方に当たる湯面位置で铸型長辺壁と直交する静磁場を加えて湯面を沈静化する一方、上記進行磁場の下

2

方位置で铸型長辺壁と直交する静磁場を加えて溶鋼の下降流を均一化することを特徴とする進行磁場と静磁場による鋼スラブの連続铸造方法。

【請求項2】 酸素濃度が20ppm以下の溶鋼を用いて浸漬ノズル内に不活性ガスを吹き込まない請求項1記載の方法。

【発明の詳細な説明】

【0001】

【産業上の利用分野】本発明は、連続铸造によって得られる鋼スラブの表面および内部品質を改善することを可能とすることができるようにした進行磁場と静磁場による鋼スラブの連続铸造方法に関するものである。

【0002】

【従来の技術】従来、幅広の鋼板の製造に用いられるスラブの如き鋼片の連続铸造においては、溶鋼を收容した

タンディッシュと連続铸造铸型との間の溶鋼流路として、通常耐火物製の浸漬ノズルが使用されている。この浸漬ノズルは、特にアルミナキルド鋼の連続铸造時にノズル内面にアルミナが付着し易いため、铸造時間の経過に伴い溶鋼流路が狭められ、所望の溶鋼流量を得ることができない問題が存在した。

【0003】このため、通常は溶鋼の供給する間中、ノズル内にアルゴンなどの不活性ガスを供給してこれに対処していたが、不活性ガスの供給速度が大きい場合には、該ガスが铸型内の浴面に浮上できずに図1(a)、(b)中で示す凝固シェルaにトラップされるため、最終製品で欠陥となることがあり、また不活性ガスを単に吹込むだけでは、ノズル詰まりの回避効果は十分ではなく、ノズル交換の頻繁な取り替え作業を必要とし、とくに、図4(a)、(b)に示すように浸漬ノズル2の先端部に左右対称吐出口5を備えた2孔ノズル形式の浸漬ノズル2においては、吐出口の左右の非対称な閉塞により品質低下を招く問題があった。

【0004】このような問題を解決する試みとしては、アルミナと低融点の化合物を作るCaOを含有するノズルを用いる試みもあるが、まだ十分な効果は得られていない。この他に特開昭60-92064号公報には、ノズル内の溶融金属流に直流磁場を作用させて溶融金属流を層流化することによりノズル閉塞を抑制する溶融金属の注入方法が開示されているが、溶融金属流が铸型内の溶融金属クレータの奥深くまで流下するので、随伴する介在物が浮上できずに凝固シェルにトラップされる恐れがある。

【0005】

【発明が解決しようとする課題】連続铸造における上述したような問題を解消し、内部品質の良好な鋼スラブを得ることができる進行磁場と静磁場による連続铸造方法を提案することがこの発明の目的である。

【0006】

【課題を解決するための手段】炭素濃度が500ppm以下になる、主にAlで脱酸したアルミキルド鋼を用いて連続铸造の際におけるノズル詰まりについて種々調査、検討を重ねた結果、溶鋼中の酸素濃度を30ppm以下、より好ましくは20ppm以下に調整し、浸漬ノズルのノズル本体の先端を解放して溶鋼の吐出口としたストレートノズルを用いるとノズル詰まりがほとんどないことが明らかとなった。また、このようなストレートノズルにおいては、溶鋼の吐出流速が铸型の出側(下方)に向かうため、溶鋼中の介在物やガス気泡などがクレータの奥深くまで侵入する恐れが存在するが、介在物等の侵入防止のためには連铸铸型に、該铸型の長辺壁に直交し、铸型の上方向向かって移動する進行磁場を作用させる進行磁場発生装置を配置して下方に向かう吐出流に制動を加えることが極めて有効であるとの知見を得た。さらに連铸铸型内の溶鋼の湯面においても静磁場を加えることにより湯面の変動を抑え、湯面での流動も均一化できることが明らか

となった。同時に進行磁場の下方においても静磁場を用いることにより、下降流を均一化でき、これによって下降流が減衰し気泡および介在物が少なくなることが明らかとなった。

【0007】この発明は、上記の知見に立脚するものであり、その要旨とするところは下記の通りである。すなわち、この発明は、タンディッシュから溶鋼を、各一对の铸型短辺壁と铸型長辺壁との組み合わせからなる連続铸造铸型内に上記タンディッシュとつながるノズル本体の先端を解放したストレート浸漬ノズルを通して供給しつつ鋼スラブを連続铸造するにあたり、上記铸型長辺壁の背面幅中央域に進行磁場発生器を配置すると共に、上記進行磁場発生器の上方に当たる湯面の位置および下方位置に铸型長辺壁の全幅に静磁場発生器を配置し、上記ストレート浸漬ノズルの吐出口近傍に上記進行磁場発生器の磁極領域に位置させた状態で上記ストレート浸漬ノズルからの吐出溶鋼流に铸型長辺壁と直交し、上方に向かい移動する進行磁場を作用して制動を加え、かつその進行磁場の上方に当たる湯面位置で铸型長辺壁と直交する静磁場を加えて湯面を沈静化する一方、上記進行磁場の下方位置で铸型長辺壁と直交する静磁場を加えて溶鋼の下降流を均一化することを特徴とする進行磁場と静磁場による鋼スラブの連続铸造方法であり、本発明では溶鋼の注入過程で、溶鋼酸素濃度が20ppm以下と特に低い場合にはストレート浸漬ノズル内に不活性ガスを吹き込むことを省略できる。

【0008】さて図1(a)、(b)はこの発明の実施に用いて好適な連続铸造装置の要部の構成を示し、図における番号1は一对の短辺壁1aと長辺壁1bからなる連铸铸型、2はタンディッシュとつながるストレート浸漬ノズルであって、このストレート浸漬ノズル2はノズル本体の先端部を解放して溶鋼のストレート吐出口4とした構造になっている。また、3は連铸铸型1の長辺壁1bの背面にて配置されストレート浸漬ノズル2からの吐出溶鋼流に铸型の長辺壁1bと直交し、上方に向かつて移動する進行磁場を作用させる進行磁場発生器である。6は連铸铸型1の長辺壁1bの背面にて配置され、ストレート浸漬ノズル2からの吐出溶鋼流に、铸型の長辺壁1bと直交し、湯面上部及び湯面下部を通る静磁場を作り出す静磁場発生器である。7も連铸铸型1の長辺壁1bの背面にて配置され、ストレート浸漬ノズル2からの吐出溶鋼流に、铸型の長辺壁1bと直交し、湯面上部及び湯面下部を通る静磁場を作り出す静磁場発生器である。

【0009】

【作用】溶鋼の吐出口5が左右対称になる図4

(a)、(b)に示すような2孔式浸漬ノズル2は、ノズルから噴出させた溶鋼流がクレータの奥深くまで流入することを防ぐ構造をとることによって、注入溶鋼中の介在物や気泡が凝固シェルにトラップされないようにな

っている。但し、吐出口からの流れが短辺部で反転流となるため、モールドパウダーの巻込みが発生することが確認されている。しかし、このような構造になる浸漬ノズルは、前述したように、特に吐出口近傍においてアルミナ等が付着し易く、ノズル詰まりを起し易い。

【0010】本発明において、浸漬ノズルをノズル本体の先端が解放されたストレート吐出口4を有する構造になる図2(a)、(b)に示すようなストレート浸漬ノズル2を用い、図1(a)、(b)に示すように連铸鑄型1内へ供給する溶鋼に対して、連铸鑄型1に配置した進行磁場発生器3の磁極領域で制動を加えつつ静磁場発生器6で湯面を沈静化するようにし、かつ静磁場発生装置7で溶鋼の下降流を均一化することによって鑄造を行ったことにより、アルミナ付着に起因したノズル詰まりを起すような不具合はなく、したがって所望の速度で溶鋼を鑄型内に注入しても介在物が溶鋼の奥深くまで侵

鑄造鑄型のサイズ

タンディッシュでのスーパーヒート：約30℃

鑄造速度

一方のストランドにストレート浸漬ノズルを用いて静磁場と進行磁場をかけて鑄造実験を行い、他方のストランドには比較として従来の2孔型浸漬ノズルを用いて鑄造※

静磁場発生器

※上部、下部とも同様の特性を持つ発生器を使用。

進行磁場発生

その結果、ノズル内に10l/minのノズル詰まり防止用のガスを吹き込んだ従来の2孔型の浸漬ノズルを用いた連続鑄造においてはノズル吐出口近傍に最大で10mm厚みになるアルミナ付着物の層が認められたが、この発明に従う連続鑄造においては、アルゴンガスをノズル内に吹き込まなかったにもかかわらず、アルミナの付着層の厚さは吐出口の開孔部において平均1.5mmであり、ノズル詰まりが極めて少ないことが明らかとなった。

【0015】実施例2

実施例1と同等の条件でかつガス吹きを両ストランドで行うことなく、連続鑄造実験を行った。このときの鑄造速度は1.7m/minで実施例1と変わらずに行った。また、取鍋精錬を十分に行うことによって溶鋼中の酸素濃度を15~20ppmに落として実験を行った。

【0016】その結果、2孔型浸漬ノズルでは3チャージ目注湯末期近くでノズル詰まりのために所定の注入速度が達成できず、鑄造速度が低下した。しかし、本発明の鑄造実験では注入速度が低下することなく、よって

*入したり、溶鋼の上昇流が浴面のパウダを巻き込むようなこともない。

【0011】また、溶鋼中の酸素濃度を30ppm、好ましくは20ppm以下とすると、それだけアルミナが減少するので、ストレートノズルへの不活性ガスの吹込みを省略しても吐出口へのアルミナの付着を著しく減少させることができる。

【0012】

【実施例】次に、実施例に基づいて本発明を説明する。

10 実施例1

2ストランド連铸機を用いて、酸素濃度28~32ppmの低炭アルミキルド鋼を本発明の浸漬ノズルを用いて3チャージの連続鑄造実験を行った。このときの鑄造条件を以下に示した。

【0013】

：厚み方向 200mm

幅方向 1500mm

高さ方向 800mm

：1.7m/min

※実験を行った。静磁場及び進行磁場の強度及びその発生器は以下の通りである。

【0014】

：幅方向 1700mm

高さ方向 200mm

最大磁束密度 0.4T (テスラ)

：幅方向 700mm

高さ方向 400mm

最大磁束密度 0.3T (テスラ)

進行磁場速度 1.5m/sec

鑄造速度も低下することはない。両ノズルを実験終了後に回収して、その詰まり状況を比較したところ、本発明の方法を用いて鑄造を行ったノズルは、やはり平均1.5mm以下のアルミナが付着しているのみであった。他方従来の2孔型浸漬ノズルを使用した場合は吐出口部にアルミナ付着が発生し、同時に両吐出口部において詰まり方が一様ではなく、吐出流が不均一になっていたことが明らかとなった。

【0017】実施例3

さらに鑄造条件を実施例1と同様として、連続鑄造実験を行った。鑄造速度は1.9m/minとし、一方のストランドにはストレートノズルで静磁場を湯面と吐出口より溶鋼が噴出した下部について発生させ、進行磁場を加えずに鑄造を行った。他方のストランドには従来の2孔型浸漬ノズルを使用した。双方ともガス吹きを使用して鑄造を行った。

【0018】このときノズルからの吐出流は静磁場発生装置7によってせき止められ、従来型の2孔型浸漬ノズ

ルと同様の水平方向の流れとなり、両短辺壁で発生した凝固シェルを洗うため、凝固が発達せず、凝固不均一が発生し、さらに得られたスラブの品質も良くなかった。これに対して実施例1、2ではストレートノズルを用いても進行磁場を用いることによって安定した casting が可能となっている。

【0019】実施例4

また casting 条件を実施例1と同様として、一方のストランドはストレートノズルを用いて casting 型上部の湯面に静磁場を加えず、ノズル吐出口部に進行磁場を加え、進行磁場の下方部に静磁場を加えて casting を行った。他方のストランドにはストレートノズルを用いて静磁場を湯面と進行磁場の下部に加えて、進行磁場もノズル吐出口部に加えて実験を行った。双方とも casting 速度は $1.7\text{m}/\text{min}$ で行った。双方のストランドでノズル詰まりは発生しなかったが、但し、湯面に静磁場を加えなかった連続 casting スラブについては以下に示すようにモールドパウダー起因の欠陥が部分的に存在している。これは、静磁場をかけていないことにより湯面が不安定になったために発生したと考えられた。

【0020】実施例5

casting 条件を実施例1と同様として、一方のストランドはストレートノズルを用いてノズル吐出口より溶鋼の噴出している下部に静磁場を加えず、ノズル吐出口部に進行磁場を加えて casting を行った。他方のストランドにはストレートノズルを用いて静磁場を湯面と進行磁場の下部に加えて、進行磁場もノズル吐出口部に加えて実験を行った。双方とも casting 速度は $1.7\text{m}/\text{min}$ で行った。双方のストランドでノズル詰まりは発生しなかった。

【0021】さらに実施例の結果をまとめて図3に示した。図3は冷延板の単位面積あたりの表面の欠陥を平均で示したものである。図3の(a)において、本発明により casting された鋼スラブより得られた冷延材の欠陥率が非常に小さいことが明らかである。この理由は連続 casting 用 casting 型における磁場の適用によって溶鋼の注入流がクーラーの奥深くまで侵入することがないためであると考えられる。

【0022】また実施例2における本発明の結果が実施例1の本発明例よりも良好なのは、溶鋼の酸素濃度が低く、また膨れ性の欠陥の主因となるノズル詰まり防止用の不活性ガスの吹き込みを行っていないためである。この実施例2では従来例の2孔型浸漬ノズルを使用した冷延板についてもある程度の良い結果が得られているが、前述したように2孔の中、1孔がほぼ全閉に近い状態にまで詰まりが発生し、偏流を生じており、そのため冷延板でも欠陥にばらつきが生じていた。そのため、この冷延板は高品位鋼には使用できない状態であった。

【0023】また、ノズル詰まりが生じたために casting 速度が落ち、生産性が極端に低下しており、そのため工程として使用することは困難である。また図3の(b)に

は、実施例3で連続 casting を行ったスラブを同様に熱間及び冷間圧延し、冷延板としてその表面欠陥率を比較した結果を示した。この結果より、比較例では従来例の連続 casting 方法よりは若干欠陥が減少しているがほぼ同程度の表面欠陥となっている。これは従来例のノズルが casting するにしたがってノズル詰まりが発生し、溶鋼が casting 型内で偏流を起こしているためと考えられる。進行磁場を加えることなく casting したストランドでも同様の流れが発生していると考えられるが、ノズル詰まりがないだけ表面欠陥が少ないと考えられる。

【0024】さらに図3の(c)において、実施例4で連続 casting を行って得られた鋼スラブを同様に熱間圧延後、冷間圧延を行って冷延板としたときの表面欠陥率を示した。この結果、実施例1、2で得られたストレートノズルの欠陥率より良くないことが確認できた。そのためこの原因を知るべく、冷延板の欠陥をさらに詳細に調査してみると欠陥の増加した部分にモールドパウダーの巻き込みによる欠陥が生じていることが明らかとなった。これは連続 casting casting 型内の湯面に静磁場をかけずに casting した結果であると考えられる。

【0025】図3の(d)では、実施例5で製造したスラブを同様に熱間圧延後、冷間圧延を行って冷延板としたときの冷延板の全幅における表面欠陥発生率を示した。静磁場を印加した casting 片を圧延した冷延板のほうが表面欠陥発生率が低いことが明らかである。下部に静磁場のないストランドで製造されたスラブの冷延板が、他のストランドで製造されたスラブの冷延板に比較して表面欠陥発生率にばらつきが生じたのは casting 型内での溶鋼の下降流が均一ではないためと考えられる。

【0026】よってこれらの実験結果より次のことが言える。ストレートノズルの吐出口部に進行磁場を用いることによってノズル詰まりがない連続 casting が達成可能となり、そのことによって生産性が向上され、加えて重要なことにはノズル詰まりがないことによって溶鋼流れの偏流を抑えることが可能となり、清浄なスラブを製造することが可能となった。

【0027】かつ連続 casting casting 型内の湯面に静磁場を加えることによって湯面の変動を抑えることができ、またノズル吐出口下部に静磁場を加えることによって均一な溶鋼の下降流を得ることができることによってモールドパウダーの巻き込みのないさらに清浄な鋼スラブを製造可能とした。なおこの本発明で磁場が重要な役割を果たしているが、この磁場の領域においては以下のようにすることによりさらに良好な効果を得ることができる。まず進行磁場に関して、それはノズルの先端部を含み、これよりも下方に適用することである。特にノズル先端部の吐出口部に磁場との隙間が存在した場合、ノズルと磁場の隙間から溶鋼の吐出流が噴出し、あたかも従来の2孔型浸漬ノズルのような効果が発生し、溶鋼流は水平方向の流れが発生してしまう。この溶鋼流れは casting 型短辺壁に

衝突し、該短辺壁に沿って深く下降し、短辺壁側の凝固シェルを洗うことになり、鑄片の清浄性に関して非常に良くない。

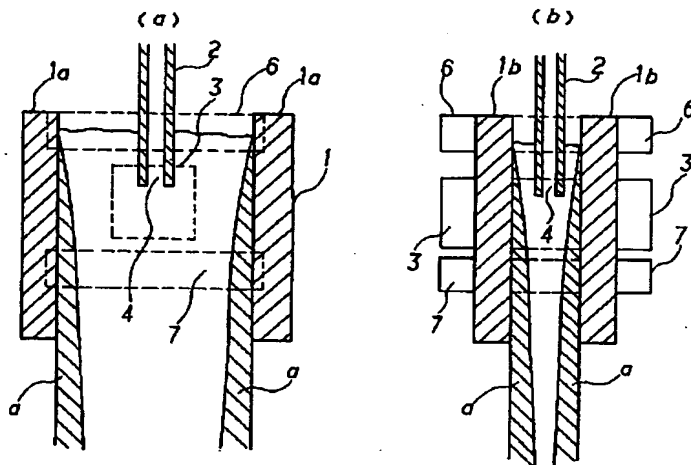
【0028】また静磁場に関しては溶鋼の湯面部を含むような領域で湯面全面を覆うように静磁場を発生させることが重要である。例えば溶鋼の湯面に静磁場が加わらずに単に湯面下部にのみ磁場を発生させた場合には、湯面下の流れを制動することは可能でも溶鋼の湯面の変動は抑えることはできないため、湯面変動による湯面のモールドパウダー巻き込みが発生してしまう。

【0029】さらにノズル吐出口の溶鋼の噴出している下部には連鑄鑄型を全面にわたって覆うように静磁場を発生させる必要性が存在する。これが一部でも欠けた場合、そこに溶鋼の流れが集中し、均一な下降流が達成できず、品質が悪化する。

【0030】

【発明の効果】以上述べたように、本発明に従えば、安定して連続鑄造が可能となり、品質及び生産性の向上を図ることが可能となる。特に静磁場と進行磁場を併用することで従来では得られなかった良質の連鑄スラブを得ることが可能となった。また、溶鋼の酸素濃度が低い場合には、ノズル詰まり防止用のガス吹きをすることなし*

【図1】



*に連続鑄造することが可能であることが確認でき、同時にガスによる製品欠陥をなくすることが可能となった。

【図面の簡単な説明】

【図1】本発明に係る連続鑄造装置を示す断面図である。

【図2】本発明に係るストレート浸漬ノズルを示す図面である。

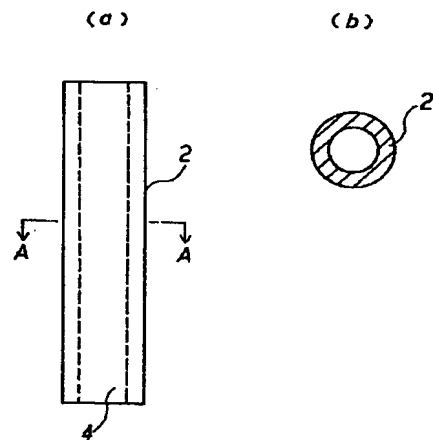
【図3】実施例の結果を表面欠陥発生率（指数）について示す比較図である。

10 【図4】従来例に係る2孔型の浸漬ノズルを示す図面である。

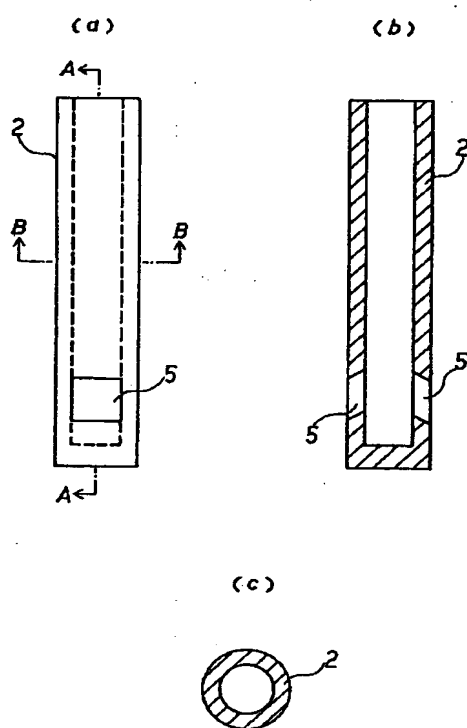
【符号の説明】

- 1 連鑄鑄型
- 1 a 短辺壁
- 1 b 長辺壁
- 2 浸漬ノズル
- 3 進行磁場発生器
- 4 ストレートノズル吐出口
- 5 左右対称吐出口
- 20 6 静磁場発生器
- 7 静磁場発生器

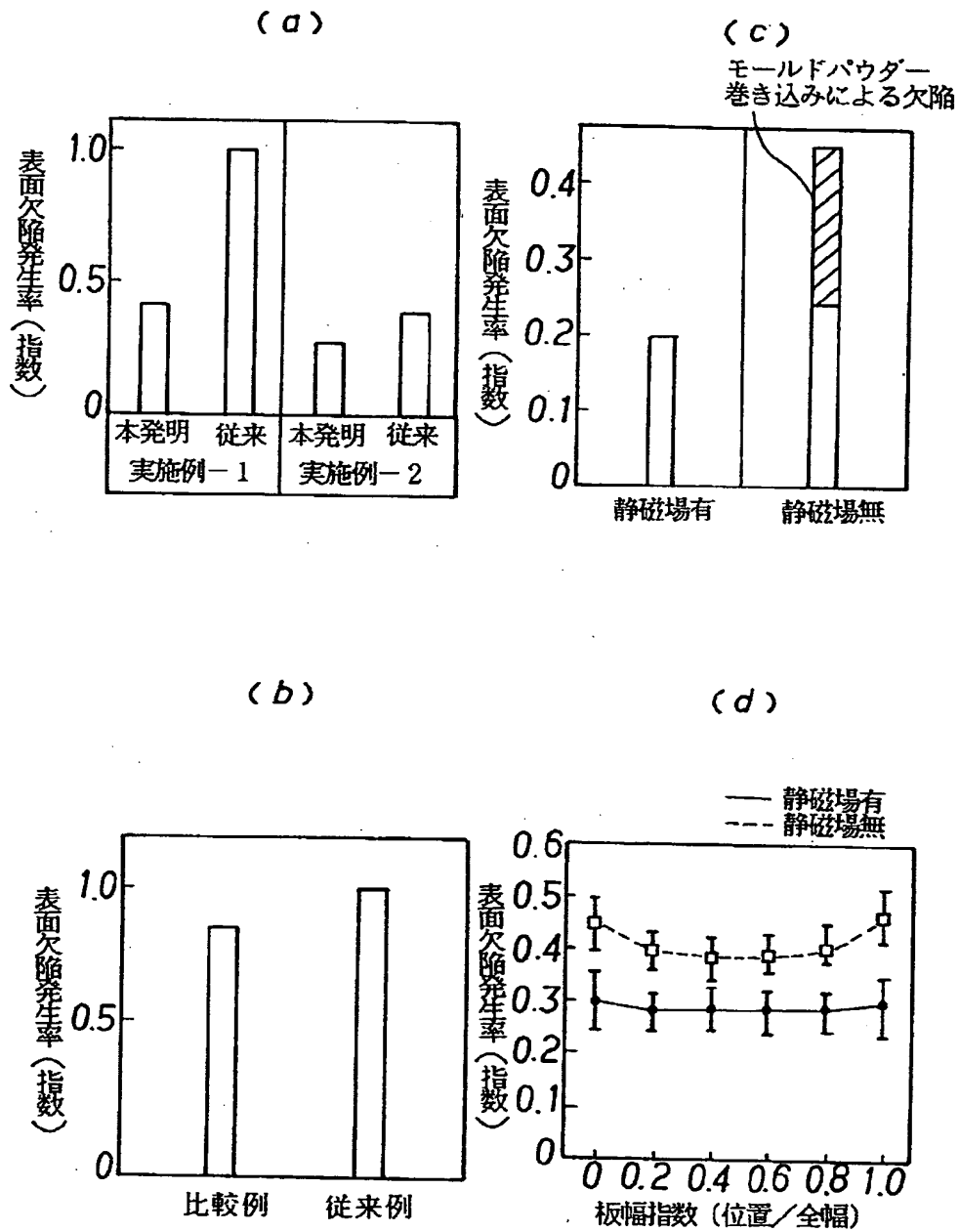
【図2】



【図4】



【図3】



フロントページの続き

(72)発明者 山崎 久生
千葉県千葉市川崎町1番地 川崎製鉄株
式会社 技術研究本部内

(56)参考文献

特開	平2-284750 (J P, A)
特開	平2-89544 (J P, A)
特開	平1-266949 (J P, A)
特開	昭64-66055 (J P, A)
特開	昭56-160862 (J P, A)
特開	昭63-154246 (J P, A)
特開	昭63-119959 (J P, A)
特開	昭62-130752 (J P, A)
特開	平5-96345 (J P, A)
特開	平5-77009 (J P, A)
特開	平5-77006 (J P, A)
特開	平4-313447 (J P, A)
特開	平2-284749 (J P, A)

(58)調査した分野(Int.Cl.⁸, DB名)

B22D	11/10	350
B22D	11/10	330
B22D	11/04	311
B22D	27/02	